

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

12.11.03

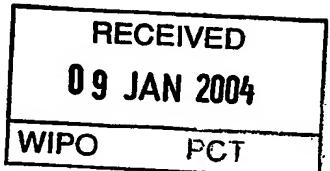
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日                    2002年11月15日  
Date of Application:

出願番号                    特願2002-332257  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                    [JP2002-332257]

出願人                    株式会社クボタ  
Applicant(s):

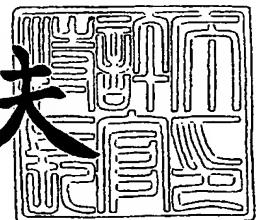


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年12月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 P58301818  
【提出日】 平成14年11月15日  
【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿  
【国際特許分類】 F28F 1/40  
B21D 53/06  
【発明の名称】 螺旋状フィン付きクラッキングチューブ  
【請求項の数】 3  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府枚方市中宮大池1丁目1番1号 株式会社クボタ  
枚方製造所内  
【氏名】 乾 正弘  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府枚方市中宮大池1丁目1番1号 株式会社クボタ  
枚方製造所内  
【氏名】 濱田 薫  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府枚方市中宮大池1丁目1番1号 株式会社クボタ  
枚方製造所内  
【氏名】 大坪 憲司  
【特許出願人】  
【識別番号】 000001052  
【氏名又は名称】 株式会社 ク ボ タ  
【代表者】 土橋 劳邦  
【代理人】  
【識別番号】 100084238  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 宮崎 新八郎  
【電話番号】 06(6443)3334

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 034924

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710837

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 螺旋状フィン付きクラッキングチューブ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 管内面に、管内流体に対して攪拌作用をなすフィン(1)が、1条ないし複数条の螺旋軌跡をえがいて螺旋方向に断続して形成されてい、フィンとフィンの間の隙間(2)が管軸に平行な向きに並んでいることを特徴とする螺旋状フィン付きクラッキングチューブ。

【請求項2】 管軸に対するフィン(1)の傾斜角( $\theta$ )が $15\sim85^\circ$ 、管軸直交面の投影像における、チューブの内面周長( $C=\pi D$ )に対するフィン(1)の弧長の和( $T_{w1}$ )の比( $T_{w1}/C$ )が $0.3\sim0.8$ である請求項1に記載の螺旋状フィン付きクラッキングチューブ。

【請求項3】 フィンは溶接肉盛ビードである請求項1又は請求項2に記載の螺旋状フィン付きクラッキングチューブ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、エチレン製造用熱分解炉のクラッキングチューブに係り、特に管内流体に対する攪拌作用をなすフィンが管内面に設けられたクラッキングチューブにおいて、フィンの攪拌作用による伝熱促進効果を維持しつつ、圧損増大の不利を軽減緩和し得るようにしたものである。

【0002】

【従来の技術】

クラッキングチューブは、炭化水素類(ナフサ、天然ガス等)に水蒸気を添加した混合流体の高速流通下に、管の外側から熱供給され、熱分解反応生成物としてエチレン、プロピレン等のオレフィンを生成する。この熱分解反応を効率よく行なうには、高速流通する管内流体を短時間に管路の径方向中心部まで熱分解反応温度域に加熱昇温し、かつ高温加熱をできるだけ回避することが重要である。高温での加熱時間が長くなると、炭化水素類の過度の軽質化(メタン、遊離炭素等の生成)や分解生成物の重縮合反応等により、目的製品の収率低下が大きくな

り、しかもコーティング（遊離炭素の管内面への沈積=チューブの熱伝達係数を低下させる）が助長され、デコーティング作業の実施頻度の増大等を招くからである。

### 【0003】

管内面に管内流体の攪拌要素としてフィンを設けることは、管内流体の乱流形成の効果として、管内流体に対する熱伝達性能を大きく高め、管内流体の急速な加熱昇温により、短時間での反応の完結及び過分解反応に付随する前記不利の軽減・回避を可能にし、更には管温の低下によるチューブの耐用寿命向上等の効果をもたらす。

### 【0004】

上記フィンの形成に関して、肉盛溶接の手法を適用し、図8～図9に示すような種々の形状・形態を有するフィンを肉盛ビードとして形成することが提案されている（特許文献1）。図8のフィン（1）は、管軸に対し一定の傾斜角（θ）をもって連続する螺旋を描いている。図9は、フィン（1）と隙間（2）が交互する螺旋状フィンを形成したもので、1旋回ごとにフィン（1）と隙間（2）の位置が入れ替わった千鳥状の分布パターンをもって形成されている。図10のフィンは、管軸に平行な複数の線上に、フィン（1）と隙間（2）とが交互する分布パターンをもって形成されている。

### 【0005】以下段落番号降順記載

【特許文献1】特開平9-241781号公報（段落番号0032-0034, 図2-9）

### 【0006】

#### 【発明が解決しようとする課題】

フィンの攪拌作用による伝熱促進効果を高めるには、熱分解炉の規模やチューブの仕様等に応じて、チューブの管路全長に亘り、または管路の入側端から出側端に到る複数の領域個所にフィンを設けることが望まれる。しかしフィンの形成は不可避的に管内流体の圧損増大を付随する。このため、フィンの形成は、熱分解炉の運転上限圧力からの制約を受け、フィンによる伝熱促進効果（過分解反応の抑制・管温低下等）もその範囲内に留まることになる。

本発明は上記に鑑み、フィンの形成に伴う圧損増加を効果的に低減し、フィン

による伝熱促進作用をより効果的に発揮し得るようにしたものである。

### 【0007】

#### 【課題を解決するための手段】

本発明のクラッキングチューブは、管内面に、管内流体に対して攪拌作用をなすフィン（1）が、1条ないし複数条の螺旋軌跡をえがいて螺旋方向に断続して形成されてい、フィンとフィンの間の隙間（2）が管軸に平行な向きに並んでいることを特徴としている。

### 【0008】

本発明は、螺旋方向に隣り合うフィン（1）同士の隙間（2）を管軸に平行な向きに並べている形態の効果として、螺旋状フィンによる高い熱伝達作用を維持しながら圧力損失を低いレベルに抑えることを可能にしている。

### 【0009】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明について実施例を示す図面を参照して具体的に説明する。

図1は本発明の螺旋状フィンの分布形態（管内面の展開図）を示している。フィン（1）は、管軸方向（x）に対し一定の傾斜角（θ）をなす螺旋軌跡に沿って断続的に形成されている。斜めの点線は螺旋軌跡、垂直の点線は螺旋のつながりをそれぞれ示し、水平の鎖線は管軸方向に並んだフィン（1）及び隙間（2）の分布帯域（Z<sub>A</sub>）及び（Z<sub>B</sub>）を示している。図は1旋回当たりのフィン本数が4本の例を示しているが、各旋回線上の相対応するフィン（1）及び隙間（2）は管軸と平行な帯域に向きに並んでいる。

### 【0010】

図2～図5は螺旋状フィンの形設形態の他の例を示している。

図2は、傾斜角（θ）の異なる螺旋軌跡が連続した螺旋状フィンの例である。管路の領域（I）における螺旋の傾斜角（θ<sub>I</sub>）はやや大きく、領域（II）の螺旋はそれより小さい傾斜角（θ<sub>II</sub>）をなしている。領域部（I）（II）の傾斜角（θ<sub>I</sub>）と（θ<sub>II</sub>）は互いに異なるが、フィン（1）及び隙間（2）のそれぞれは管軸方向（x）に平行な帯域（Z<sub>A</sub>）及び帯域（Z<sub>B</sub>）内に並んで分布している。

**【0011】**

図3は、前記図1および図2（いずれも螺旋条数は1条である）と異なって、螺旋軌跡を2条とし、それぞれの螺旋軌跡（S<sub>1</sub>）（S<sub>2</sub>）（傾斜角θは同じ）に沿ってフィン（1）を断続的に形成した例を示している。各螺旋軌跡（S<sub>1</sub>）（S<sub>2</sub>）上のフィン（1）及び隙間（2）は管軸方向に平行な向きに並び、それぞれの帯域（Z<sub>A</sub>）及び帯域（Z<sub>B</sub>）内に位置している。

**【0012】**

図4は、2条の螺旋軌跡（S<sub>1</sub>）（S<sub>2</sub>）からなる螺旋状フィンにおいて、各螺旋軌跡のフィン（1）を異なるサイズに形成した例を示している。一方の螺旋軌跡（S<sub>1</sub>）のフィン（1<sub>1</sub>）に比し、他方の螺旋軌跡（S<sub>2</sub>）のフィン（1<sub>2</sub>）はやや短いサイズに形成されている。この場合も、螺旋軌跡（S<sub>1</sub>）のフィン（1<sub>1</sub>）と隙間（2<sub>1</sub>）、および他方の螺旋軌跡（S<sub>2</sub>）のフィン（1<sub>2</sub>）と隙間（2<sub>2</sub>）はそれぞれ管軸に平行に並び、フィン（1<sub>1</sub>）（1<sub>2</sub>）は帯域（Z<sub>A</sub>）に、隙間（2<sub>1</sub>）（2<sub>2</sub>）は（Z<sub>B</sub>）内に整列して分布している。

**【0013】**

図5の螺旋状フィンは、4条の螺旋軌跡（S<sub>1</sub>）～（S<sub>4</sub>）を有し、各螺旋軌跡（S<sub>1</sub>）～（S<sub>4</sub>）のそれに属するフィン（1<sub>1</sub>）～（1<sub>4</sub>）を円周方向に少しずつ順次偏位させて形成した例である。4条の螺旋軌跡（S<sub>1</sub>）～（S<sub>4</sub>）のそれにおいて、1旋回ごとのフィン及び隙間（例えば螺旋軌跡S<sub>1</sub>における隣り合う旋回線の相対するフィン1<sub>1</sub>と1<sub>1</sub>、隙間2<sub>1</sub>と2<sub>1</sub>）は管軸に平行であり、かつ各螺旋軌跡上のフィン（1<sub>1</sub>）～（1<sub>4</sub>）は帯域（Z<sub>A</sub>）に、隙間（2<sub>1</sub>）～（2<sub>4</sub>）は帯域（Z<sub>B</sub>）にそれぞれ分布している。しかも、各螺旋軌跡のフィン（1<sub>1</sub>）～（1<sub>4</sub>）は、順次偏位により帯域（Z<sub>A</sub>）内で、管軸に平行な波形状（鎖線で表示）を描いている。

**【0014】**

螺旋状フィンの傾斜角（θ）及びピッチ（p）（隣合う旋回線上の相対するフィン同士の管軸方向の距離）（図6）等は、チューブの内径（D）等に応じて設定される。伝熱促進作用の観点から、チューブ内径（D）約30～150mmのチューブにおいて、傾斜角（θ）は約15°～85°、ピッチ（p）は約20～400mm、とす

る例が挙げられる。ピッチ ( $p$ ) は螺旋の傾斜角 ( $\theta$ ) と螺旋条数 ( $n_S$ ) により拡縮調整される ( $p = L_S / n_S$ ,  $L_S$ : 螺旋リード)。フィン (1) の高さ (チューブ内面からの突出高さ) は例えば2~15mmである。フィン (1) の長さ ( $l_1$ ) は、例えば5~100mmであり、具体的にはチューブ内径 (D) 及び螺旋軌跡の1旋回線当たりの分断数等に応じて設定される。

### 【0015】

図7は、管軸直交面における螺旋状フィンの投影像（図は1旋回線上のフィン本数が4本の例）を示している。1旋回線上のフィン(1)の本数を  $n_1$ 、各フィンの弧長（投影面上の長さ）で  $w_1$  で表すと、フィンの弧長の総和 ( $TW_1$ ) は、 $TW_1 = w_1 \times n_1$  である。フィンの弧長総和 ( $TW_1$ ) がチューブの内面周長C (=  $\pi D$ ) に占める比率  $R_1$  ( $= TW_1 / C$ ) は、螺旋状フィンの伝熱促進作用を維持しつつ、圧損を低く抑える観点から、約0.3~0.8であるのが好ましい。

### 【0016】

螺旋状フィンの形成法は任意であるが、肉盛溶接法、例えば粉体プラズマ溶接 (PTA溶接) 法により肉盛ビードとして効率的に形成することができる。図11はその施工例を示している。チューブ(10)は管軸 (x) を中心に回転するよう回転駆動装置（図示せず）に水平担持されている。溶接トーチ(21)は支持アーム(22)に固定されている。支持アーム(22)は管軸に平行な姿勢を保持して管軸方向に進退移動するように配置されている。溶接トーチ(21)は、粉体（肉盛材料）が供給管(23)により供給され、管内面に肉盛ビード(WB)を形成する。チューブ(10)の回転及び溶接トーチ(21)の水平移動（管軸方向）のもとに、プラズマ溶接を断続することにより肉盛ビードからなる螺旋状フィンが形成される。

### 【0017】

図示のように2台の溶接トーチ (21) を設置している場合は2条の螺旋状フィンが形成される。螺旋状フィンの螺旋条数は溶接トーチ (21) の台数により任意に増減することができる。形成される螺旋状フィンの傾斜角 ( $\theta$ )、ピッチ ( $p$ )、フィン (1) 及び隙間 (2) の帯域 ( $Z_A$ ) ( $Z_B$ ) の数と帯域幅（図7の投影像における弧長）等は、チューブ (10) の回転速度、溶接トーチ (21)

の設置台数、水平移動速度、プラズマアークの断続周期等により任意に調節することができる。螺旋状フィンはチューブの入側端から出側端に到る管路全長に亘って、あるいは管路の適宜個所、例えば管路の入側付近の領域、中間領域、出側付近の領域等のように1ないし複数の領域を選択して形設される。

### 【0018】

なお、螺旋状フィンを形成する肉盛材料は、チューブ(10)と同種の耐熱合金、例えば25Cr-20Ni(SCH22)、25Cr-35Ni(SCH24)、インコロイ等であり、このほかチューブの使用環境に耐え得る種々の耐熱合金が適宜使用される。

### 【0019】

#### 【実施例】

下記供試チューブ(T<sub>1</sub>)～(T<sub>5</sub>)について、境膜伝熱係数h(W/m<sup>2</sup>/K)及び圧力損失dP(Pa)を測定し、図12(境膜伝熱係数h)及び図13(圧力損失dP)に示す結果を得た。

### 【0020】

#### 【表1】

チューブ	フィンの形態	(備 考)
T1	図1の螺旋状フィン(断続並列螺旋)	発明例
T2	図8の螺旋状フィン(連続螺旋)	比較例
T3	図9の螺旋状フィン(断続千鳥状螺旋)	比較例
T4	図10の直線フィン(管軸に平行)	比較例
T5	平滑管(フィンなし)	比較例

### 【0021】

#### [I] 供試管の仕様

(1)チューブ内径(D)：42mm(円周長132mm)(各供試管共通)

(2)フィン：高さ2.2mm、肉厚8mm(T1～T4供試管共通)

投影弧長(w<sub>1</sub>) チューブT1…16.5mm

チューブT3…18.9mm

(3)螺旋状フィン(チューブT1, T2, T3)

螺旋条数：1条、傾斜角(θ)：60°、ピッチ(p)：76mm、

フィン本数：チューブT1…4本/1旋回

チューブT3…4本/1旋回と3本/1旋回（軸方向に交互）

(4)直線フィン（チューブT4）

フィン列数（円周方向）：8列

【0022】

(5)管軸直交面上の投影像におけるフィン弧長の比率（R<sub>1</sub>）

チューブT1：0.5 (=16.5mm×4/132mm)

チューブT2：1.0 (=132mm/132mm)

チューブT3：1.0 (=18.9mm×7/132mm)

チューブT4：0.5\*（下記参照）

チューブT5：0

\* フィン弧長比率=(フィンの肉厚合計値Tt<sub>1</sub>)/(内面周長πD)

$$=(8\text{mm} \times 8)/(132\text{mm}) \doteq 0.5$$

【0023】

[II]実験条件

試験流体：空気

流体温度（入側端）：室温

レイノルズ数：20,000～60,000

圧損測定区間：1000mm

【0024】

[III]試験結果

試験結果を示す図12（境膜伝熱係数h）及び図13（圧損dP）は、供試チューブT5（平滑管=フィンなし）を基準とし、レイノルズ数20,000における供試チューブT5の測定値を1.0（基準値）とする比率で表している。

発明例のチューブ（T1）は、図12に示したように、連続螺旋フィンのチューブ（T2）とほぼ同等の高い伝熱特性を示し、その伝熱特性は平滑管であるチューブ（T5）のそれを大きく上回っている。また圧力損失も、図13に示したように連続螺旋状フィンのチューブ（T2）に比し大きく改善されている。千鳥状の螺旋フィンを設けたチューブ（T3）は、伝熱特性に優れいているが、発明例のチューブ（T1）に比べて圧損が大きい。なお、直線断続フィンを有するチューブ（T4）の

圧損は、発明例のチューブ（T1）とほぼ同等であるが、伝熱特性は低レベルにとどまっている。このように、発明例のチューブ（T1）は、比較例のチューブ（T2）～（T5）では得られない改良された熱伝導特性と圧損抑制効果を有している。

### 【0025】

#### 【発明の効果】

本発明のクラッキングチューブは、管内面に形成された螺旋状フィンの分布形態により、フィンの攪拌作用による高伝熱特性を維持しつつ、圧損を軽減緩和することができ、エチレン製造用熱分解炉における製品收率の向上、チューブのデコーキング作業の軽減・チューブの耐用寿命の向上等の効果をもたらすものである。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明チューブの管内面に形成されたフィンの形態例を示す展開図である。

##### 【図2】

本発明チューブの管内面に形成されたフィンの形態例を示す展開図である。

##### 【図3】

本発明チューブの管内面に形成されたフィンの形態例を示す展開図である

##### 【図4】

本発明チューブの管内面に形成されたフィンの形態例を示す展開図である。

##### 【図5】

本発明チューブの管内面に形成されたフィンの形態例を示す展開図である。

##### 【図6】

螺旋状フィンの分形態の説明図である。

##### 【図7】

螺旋状フィンの管軸直交面の投影説明図である。

##### 【図8】

従来の管内面のフィンの分布形態の例を示す展開図である。

##### 【図9】

従来の管内面のフィンの分布形態の例を示す展開図である。

**【図10】**

従来の管内面のフィンの分布形態の例を示す展開図である。

**【図11】**

螺旋状フィンを肉盛ビードとして形成する肉盛溶接の施工例を示す図である。

**【図12】**

実施例における供試管の流体解析による伝熱特性を示すグラフである。

**【図13】**

実施例における供試管の流体解析による圧力損失を示すグラフである。

**【符号の説明】**

1 (1<sub>I</sub>, 1<sub>II</sub>, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>3</sub>, 1<sub>4</sub>) : フィン

S (S<sub>I</sub>, S<sub>II</sub>, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>) : 螺旋軌跡

2 : 隙間

10 : チューブ

11 : チューブ内面

21 : 溶接トーチ

22 : 支持アーム

23 : 供給管

h<sub>1</sub> : フィン高さ

l<sub>1</sub> : フィン長さ

t<sub>1</sub> : フィン肉厚

w<sub>1</sub> : フィン幅

w<sub>2</sub> : 隙間幅

Z<sub>A</sub> : フィンの分布帯域

Z<sub>B</sub> : 隙間の分布帯域

D : チューブ内径 (円周長 C = π D)

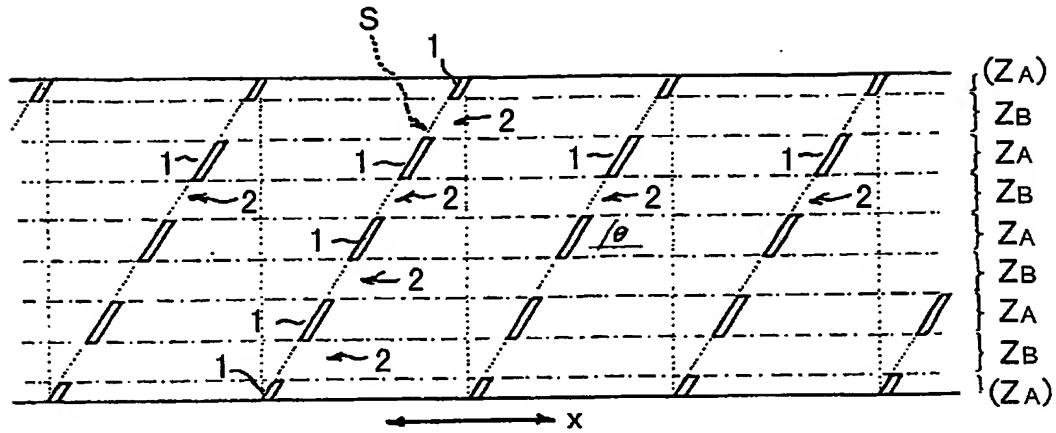
θ (θ<sub>I</sub>, θ<sub>II</sub>) : 螺旋傾斜角

p : 螺旋ピッチ

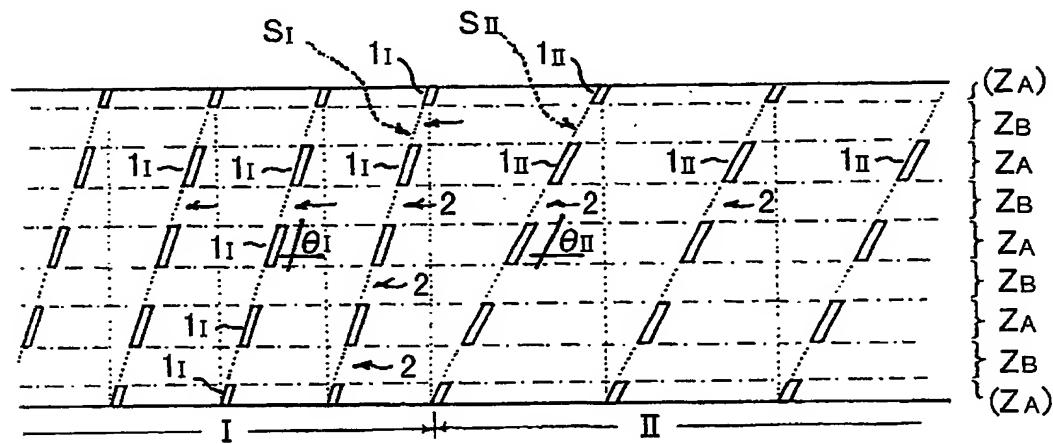
L : 螺旋リード

【書類名】 図面

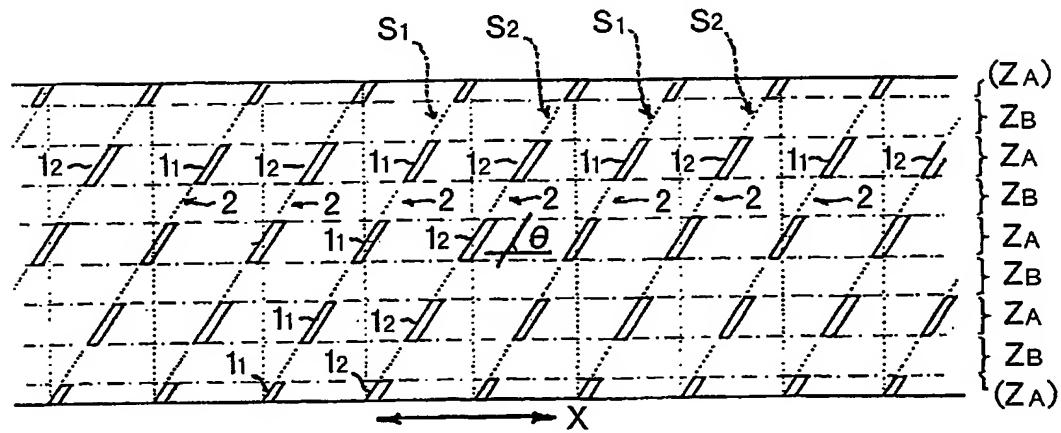
【図1】



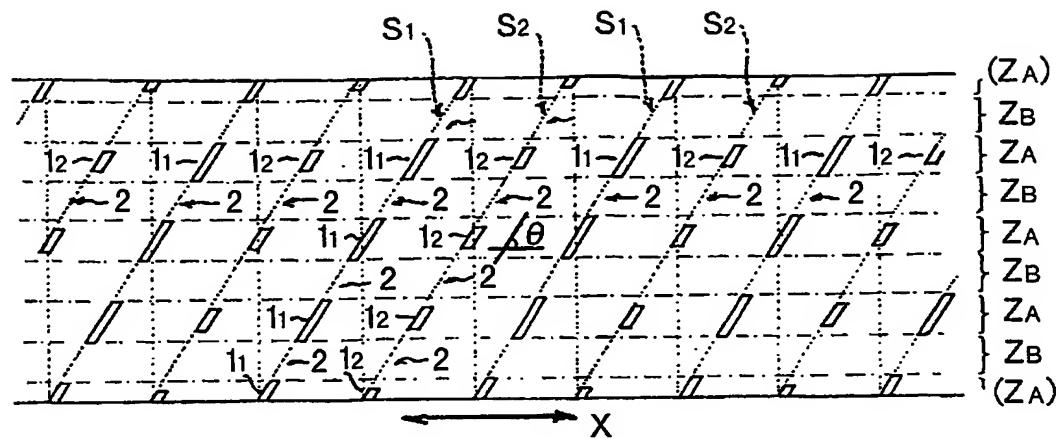
【図2】



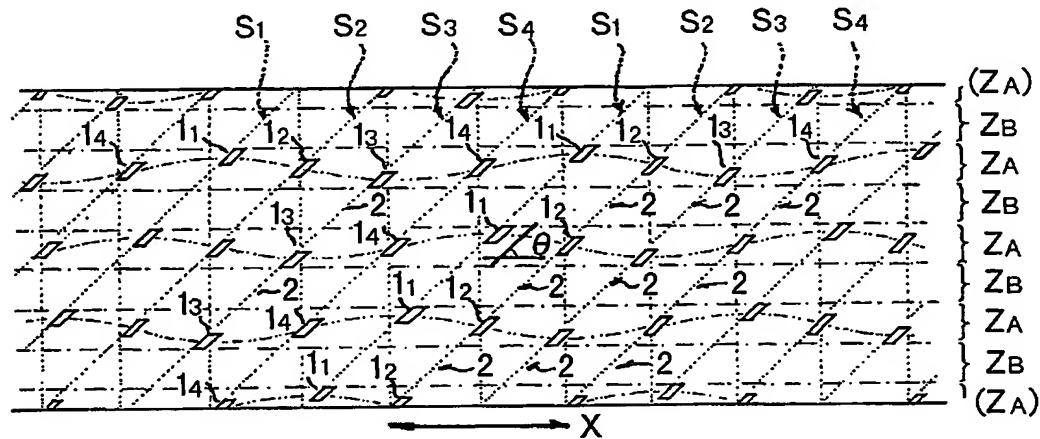
【図3】



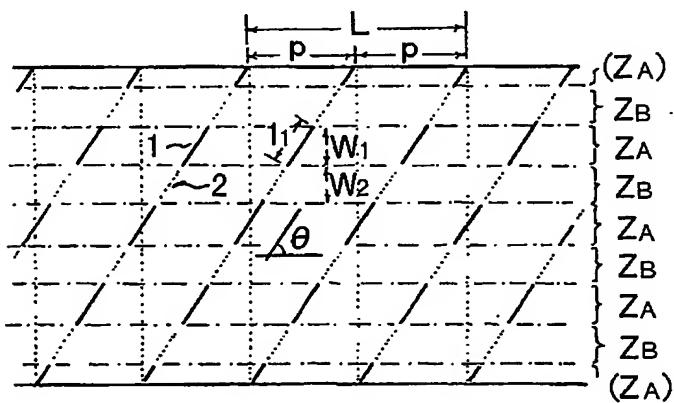
【図4】



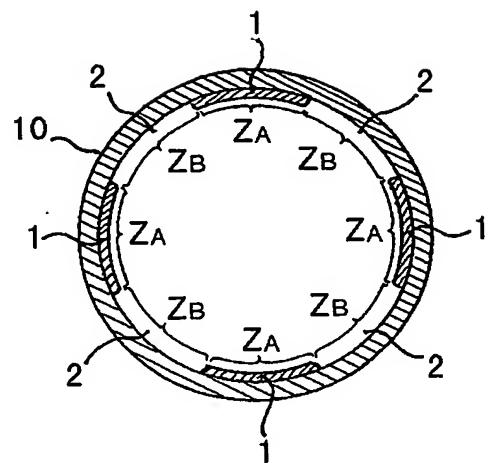
【図5】



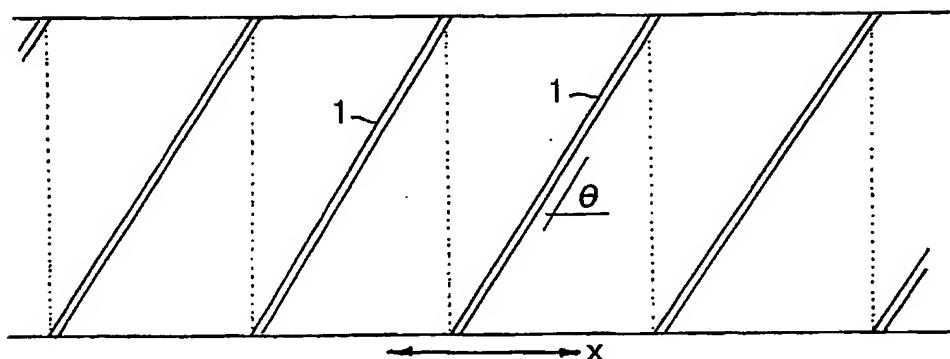
【図6】



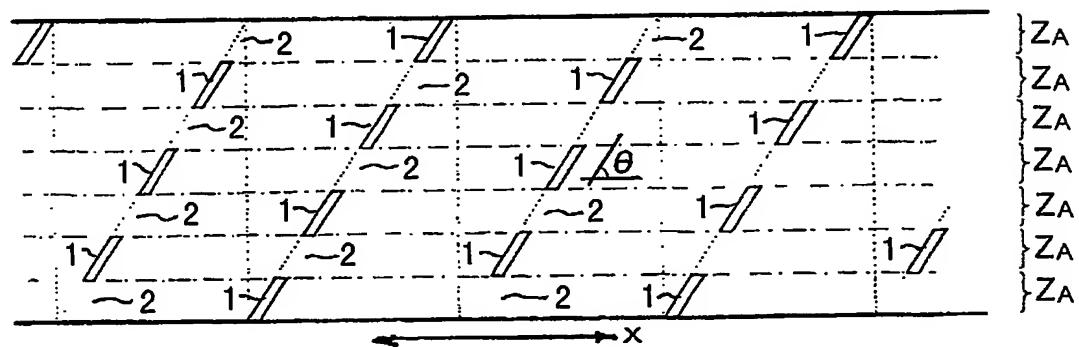
【図7】



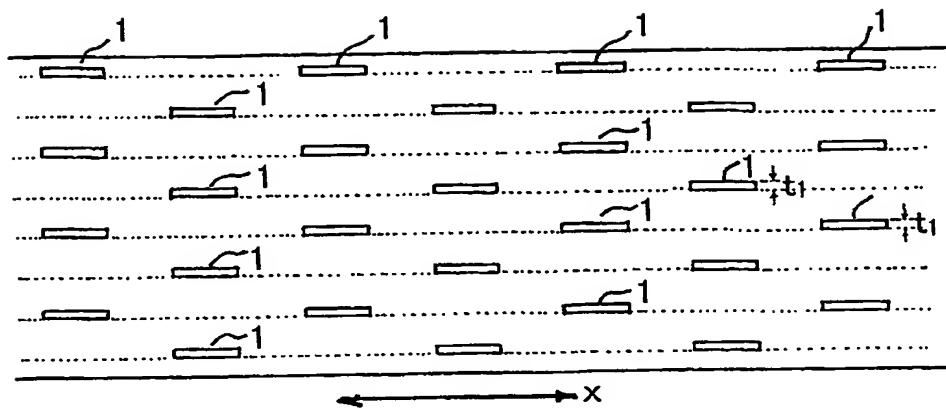
【図8】



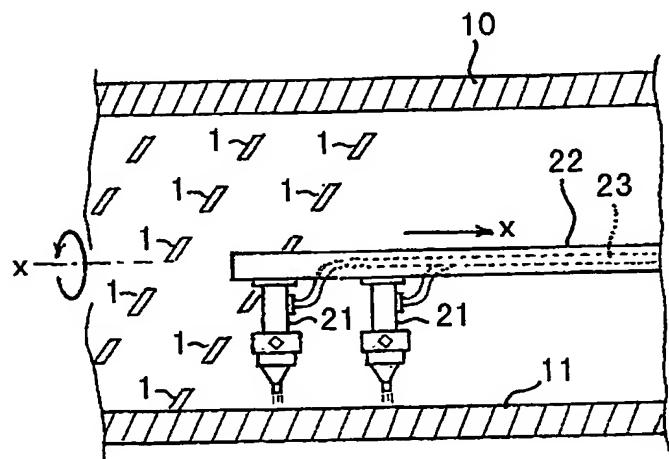
【図9】



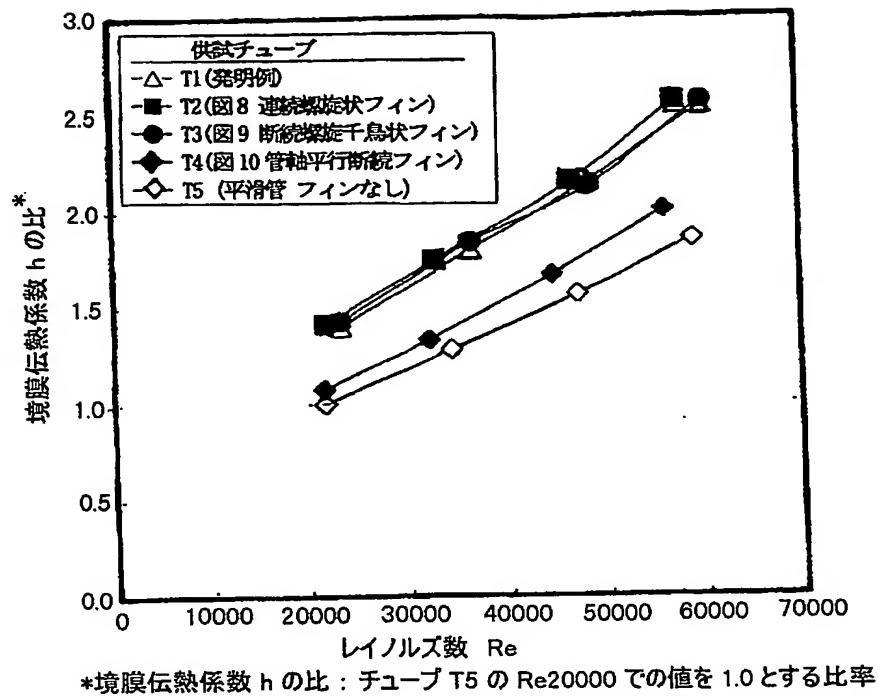
【図10】



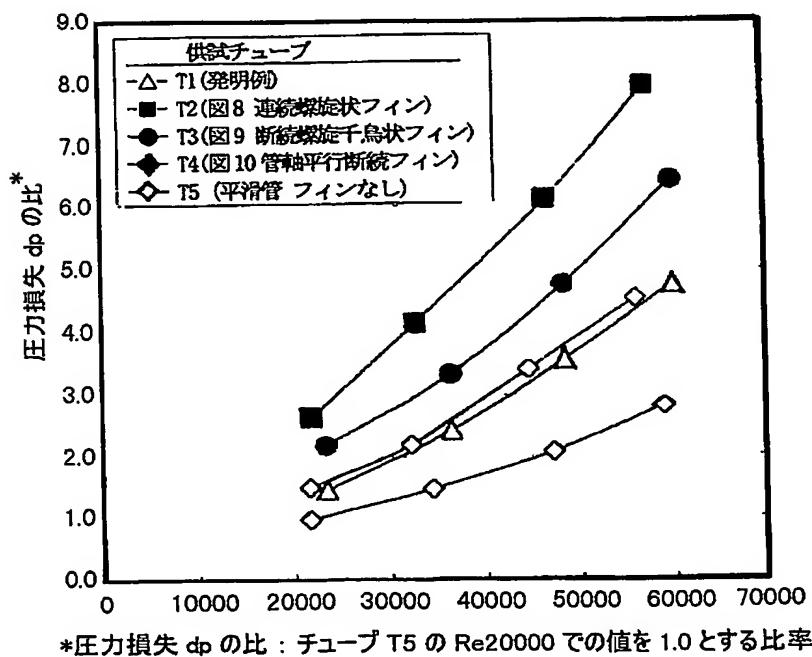
【図11】



【図12】



【図13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 エチ製造用熱分解反応炉に設置されるクラッキングチューブにおいて、チューブの管内面に形成されるフィンの伝熱促進効果を維持しながら圧損を低減緩和する。

【解決手段】 このクラッキングチューブは、管内面に、管内流体に対して攪拌作用をなすフィン（1）が、1条ないし複数条の螺旋軌跡をえがいて螺旋方向に断続して形成されてい、フィンとフィンの間の隙間（2）が管軸に平行な向きに並んだ分布パターンを有している。管軸に対するフィンの傾斜角（θ）は約15～85°、管軸直交面の投影像（図7）における、チューブ内面周長（C）に対するフィンの弧長和（Tw<sub>1</sub>）の比（Tw<sub>1</sub>/C）は約0.3～0.8であるのが好ましい。フィンは粉体プラズマ溶接等による肉盛ビードとして形成される。

【選択図】 図1

特願2002-332257

出願人履歴情報

識別番号 [000001052]

1. 変更年月日 2001年10月11日

[変更理由] 住所変更

住 所 大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目2番47号  
氏 名 株式会社クボタ